

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-87285

(43)公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 L 21/304

識別記号

3 2 1

F I

H 0 1 L 21/304

3 2 1 M

3 2 1 P

B 2 4 B 57/02

B 2 4 B 57/02

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平9-236034

(22)出願日

平成9年(1997) 9月1日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 久保 亨

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

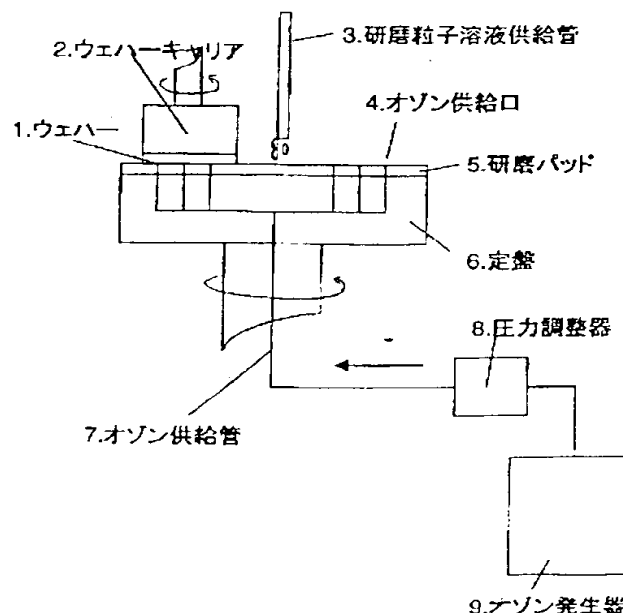
(74)代理人 弁理士 菅野 中

(54)【発明の名称】 金属膜の研磨方法及び研磨装置

(57)【要約】

【課題】 金属膜を研磨する際に、ウェハー表面での金属汚染を防止する。

【解決手段】 研磨装置の研磨パッド5にオゾン供給口4を設け、研磨粒子溶液供給管3から供給される研磨粒子溶液とオゾンとを用いて、ウェハー10に形成されているW膜を除去する。これにより、金属汚染、プラグ凹形状を防止でき、酸化膜CMPを行う必要がなくなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属膜が形成されたウェハを研磨する金属膜の研磨方法において、

金属イオンを含有しない酸化剤を用いて金属を酸化し、研磨粒子を含有する研磨剤を用いて酸化された金属膜を除去することを特徴とする金属膜の研磨方法。

【請求項2】 前記金属膜を酸化する工程で用いられる酸化剤は、気体であることを特徴とする請求項1に記載の金属膜の研磨方法。

【請求項3】 前記気体は、オゾンであることを特徴とする請求項2に記載の金属膜の研磨方法。

【請求項4】 金属膜が形成されたウェハを研磨する研磨装置において、

金属イオンを含有しない酸化剤を用いて金属を酸化する手段と、

研磨粒子を含有する研磨剤を用いて酸化された金属膜を除去する手段とを有するものであることを特徴とする研磨装置。

【請求項5】 前記金属膜を酸化する酸化剤として気体を用いたものであることを特徴とする請求項4に記載の研磨装置。

【請求項6】 前記気体としてオゾンを用いたものであることを特徴とする請求項4に記載の研磨装置。

【請求項7】 前記オゾンを半導体基板の表面に供給する際に、研磨装置に付属するオゾン発生器から研磨装置の定盤上の研磨パッド開口部まで供給するラインの途中にオゾン供給速度を増加させる圧力調整器を有することを特徴とする請求項4に記載の研磨装置。

【請求項8】 前記オゾンを半導体基板の表面に供給する際に、排気口を備えたユニット内で研磨粒子溶液供給管とは別にオゾン発生器からのオゾンを研磨パッド表面に供給するものであることを特徴とする請求項4に記載の研磨装置。

【請求項9】 前記オゾンを半導体基板の表面に供給する際に、研磨粒子溶液供給管の途中でオゾン発生器からオゾンを供給し、研磨粒子溶液と混合して研磨装置の定盤上の研磨パッドまで供給するものであることを特徴とする請求項4に記載の研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造方法及び製造装置に関し、特に化学的機械的研磨（Chemical Mechanical Polishing：CMP）法を用いた金属膜の研磨方法及びその研磨装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図9（a）に示すように、従来の半導体装置の製造方法では、Si基板38の配線下絶縁膜（BPSG膜）22中のコンタクトホール41を1000nmのブランケットW膜40で埋設した半導体基板（以

下、ウェハという）を製作し、次に、このウェハをW膜40に関して選択的に作用する化学的・機械的ポリッシング（CMP）法で処理していた。

【0003】このCMPは、回転プラテン上に載せたポリッシングパッド上で行い、 Al_2O_3 等の研磨性粒子、及び $Fe(NO_3)_3$ 、 H_2O_2 、 KOH または NH_4OH 等の酸、塩基を含有するスラリーを用いていた。このCMP法は、USP4,992,135号の明細書に開示されている。この方法により、図9（b）に示すようにBPSG膜39中のコンタクトホール41に埋設されたW膜40は表面が凹状となり、W膜凹状プラグ42を形成していた。

【0004】ここで、周囲のBPSG膜39に対して窪んでいるW膜凹状プラグ42を改善する方法として、BPSG膜39に対して選択的に作用するCMPを行っていた。このCMPで用いるスラリーはコロイド性シリカスラリーを使用し、BPSG膜39に対して選択的に作用する H_2O_2 及び KOH 等を含んでいる。このCMPは図9（c）に見られるように、W膜凸状プラグ43が得られるまで継続して行われていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図9に示す従来例では、金属汚染の可能性が大きいという問題があった。

【0006】その理由は、 $Fe(NO_3)_3$ 、 KOH 等の酸化剤を含有するスラリーを用いて第1ステップのW-CMPを行っているためである。ここで、 $Fe(NO_3)_3$ 等の酸化剤を用いているのは、W膜を強力に酸化させ、容易に研磨粒子によって除去できるようにするためである。すなわち、研磨速度を大きくし、研磨工程にかかるスループットを向上させるためである。

【0007】さらに、従来例では、第2ステップとして酸化膜スラリーによるCMP工程を追加しなければならないという問題があった。

【0008】その理由は、第1ステップのW-CMPによるプラグ表面の凹状を解消し、かつ酸化膜表面のキズを解消するためである。さらに、第2ステップ酸化膜CMPを施すことで第1ステップの際にウェハ表面に付着した金属汚染物があるレベルまで除去するためでもある。

【0009】本発明の目的は、金属汚染を低下させる金属膜の研磨方法及び研磨装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係る金属膜の研磨方法は、金属膜が形成されたウェハを研磨する金属膜の研磨方法において、金属イオンを含有しない酸化剤を用いて金属を酸化し、研磨粒子を含有する研磨剤を用いて酸化された金属膜を除去するものである。

【0011】また前記金属膜を酸化する工程で用いられ

3を示す構成図である。

【0028】図7に示す本発明の実施形態3に係る研磨装置は、ウェハキャリア30に保持されたウェハ29と、研磨パッド31上に研磨粒子溶液を供給する研磨粒子溶液供給管36と、研磨粒子溶液供給管36の途中にオゾンを供給するオゾン発生器33と、混合されたオゾンと研磨粒子溶液とを研磨パッド31に供給するためのオゾン研磨粒子混合溶液供給管37と、オゾン研磨粒子混合溶液を効率よく研磨パッド31上に供給するためのロータリーポンプ34とを有している。

【0029】次に、本発明の実施形態3の動作について、図7を参照して説明する。ウェハキャリア30に表面に金属膜が形成されたウェハ29を保持し、研磨粒子溶液供給管36から供給された研磨粒子溶液とオゾン発生器33から供給されたオゾンとを混合する。このオゾン研磨粒子混合溶液供給管37から供給される混合溶液を研磨パッド31に滴下することで研磨する。すなわち、本発明の実施形態3によれば、金属イオンを含有しない酸化剤を用いて金属を酸化し、研磨粒子を含有する研磨剤を用いて酸化された金属膜を除去することとなる。この研磨によって図5(b)に示すようなWプラグ20が形成される。このとき、気体であるオゾンと液体である研磨粒子溶液35とが混合された後に効率良く研磨パッド31上に供給することが可能なロータリーポンプ34を作動する必要がある。

【0030】(実施例1)次に本発明の実施形態を具体例を用いて説明する。

【0031】図5(a)に示すようなブランケットW膜18が形成された半導体装置を有するウェハ1を図1に示す研磨装置のウェハキャリア2に取り付け、研磨粒子溶液供給管3から供給される研磨粒子溶液にてW膜18を研磨する。

【0032】その際に、研磨パッド5には図2に示すようなオゾン供給口4が開口されており、オゾンは図1に示すオゾン発生器9からオゾン供給管7を介して研磨パッド5に供給されている。このオゾンは従来、溶液として研磨パッド上に供給されていた酸化剤に代わるものであり、研磨粒子溶液がオゾン供給口4に進入しないように圧力調整器8で流量圧を調整している。

【0033】また、図3は、研磨パッド5の表面を示しており、ウェハ1が研磨の際に研磨パッド11(5)に接触する研磨領域10にオゾン供給口4が設けられている。オゾン供給口4は直径が5mmであり、対角線上に並んでいる。

【0034】次に、本発明の実施例1の動作について図面を参照して詳細に説明する。

【0035】図5は、本発明に係る研磨方法による研磨工程を示している。図5(a)には研磨前のウェハ1の断面構造を示しており、Si基板12上にBP SG膜13を常圧CVD装置を用いて0.5μmの厚さに堆積

した後、700℃の窒素ガス雰囲気中で30秒間のランブによる熱処理を行い、配線下絶縁膜を形成する。次に、BP SG膜13の上にスパッタリング法によりチタン(Ti)膜15、窒化チタン(TiN)膜16、銅を含有するアルミニウム膜17、窒化チタン(TiN)膜16をそれぞれ堆積して厚さを1μmとし、パターニングして配線を形成する。

【0036】次に、プラズマ化学気相成長法(以下、CVD法という)を用いてテトラエトキシオルソシリケート(TEOS)を原料とするプラズマTEOS酸化膜14(以下、PE-TEOSという)を2μm形成する。次に、酸化膜CMP法によりこのPE-TEOS膜14を平坦化する(図示せず)。

【0037】さらに、反応性イオンエッチング法により配線下にスルーホールを開口し、窒化チタン(TiN)膜16をスパッタリング法により0.1μm堆積した後、CVD法でブランケットW膜18を形成する。図5(a)に示すウェハ1を図1に示す研磨装置を用いて研磨する。研磨時の研磨粒子はpH4.0、粒子径50nmのアルミナ粒子溶液、酸化剤は気体であるオゾンを用いる。アルミナ粒子は研磨粒子溶液供給管9から直接に研磨パッド5上へ滴下する。オゾンはオゾン発生器9で作られ、圧力調整器8を介して定盤6中のオゾン供給管7へ送られる。そして、荷重をかけて回転しているウェハ1と研磨粒子溶液が滴下されて回転している研磨パッド5の表面とに送られる。このときの研磨条件は、定盤6の回転数5rpm、ウェハ1を保持しているウェハキャリア2の回転数35rpm、ウェハ1に加えられる荷重は5.0psi、研磨粒子溶液供給流量は100cc/min、オゾン供給濃度は120g/m³、オゾン供給圧は1.5気圧である。この気圧にすることにより、研磨パッド5の表面に同時に供給されている研磨粒子溶液がオゾン供給口4に流れ込むことを防止している。

【0038】以上の研磨条件を用いてウェハ1表面のW膜18を完全に除去すると、図5(b)に示すようなWプラグ20が得られる。このときの研磨速度は図8に示すように、金属を含有しない酸化剤としてH₂O₂を用いた場合の約1.9倍に増加している。このようにして、研磨速度を増加させ金属不純物を含有しないCMP工程が確立する。また、従来の第2ステップで解消していた酸化膜表面のキズは、オゾンを酸化剤として用いた場合は、酸化膜の表面にはキズの発生がなく、スムーズな表面が得られ、従来の第2ステップは行う必要はない。さらに、高研磨速度のためウェハ1枚当たりにかかる処理時間の短縮が可能であるため、半導体製造におけるスループットを向上させることができる。

【0039】尚、ここでは、粒子径50nmのアルミナ粒子を用いたが、他の粒子径、他の粒子種でも、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0040】(実施例2)次に、本発明の実施例2の構成について図面を参照して詳細に説明する。

【0041】図5(a)に示すようなブランケットW膜18が形成されたウェハー25を図6に示す研磨装置のウェハーキャリア25に研磨される表面が上向きになるように取り付け、研磨粒子溶液供給管22から供給される研磨粒子溶液とオゾン供給管21から供給されるオゾンとを用いてW膜18を研磨する。その際に用いられる図6の研磨装置には、オゾンを有効に使用するための研磨部を密閉するの研磨ユニット28、その研磨ユニット28の下部に飽和したオゾンを一定量で排気する排気口27が開口されている。

【0042】次に、本発明の実施例2の動作について図面を参照して詳細に説明する。

【0043】図5は、本発明に係る研磨方法による研磨工程を示しており、実施例1と同様に図5(a)の構造を持つウェハーを作製する。この図5(a)の構造を有するウェハーを図6に示す研磨装置を用いて研磨する。研磨時の研磨粒子はpH4.0、粒子径50nmのアルミナ粒子溶液、酸化剤は気体であるオゾンを用いる。アルミナ粒子は研磨粒子溶液供給管22から直接にウェハー25へ滴下する。このウェハー25は、研磨される表面が上向きになるようにウェハーキャリア26に設置されている。さらに、オゾン発生器で作られたオゾンをオゾン供給管21を介してウェハー25へ送られる。そして、この時の研磨条件は、研磨パッド24が保持されている研磨パッド保持キャリア23の回転数は50rpm、ウェハー25を保持しているウェハーキャリア26の回転数は35rpm、研磨パッド24に加えられている荷重は5.0psi、研磨粒子溶液供給流量は100cc/min、オゾン供給濃度は120g/m³、オゾン供給圧は1.0気圧である。この方法では、常にオゾンが研磨部へ供給されるため、飽和した研磨ユニット28内のオゾンを排気口27を介して排気しなければならない。この時の排気圧は、20～50mmHg₂Oが望ましい。以上の研磨条件を用いてウェハー25表面のW膜18を完全に除去すると、図5(b)に示すようなWプラグ20が得られる。この時の研磨速度は実施例1と同様に図8に示す研磨速度である。このようにして、研磨速度を増加させ、金属不純物を含有しないCMP工程が確立する。また、図6の研磨装置を用いても、従来の第2ステップで解消していた酸化膜表面のキズは、オゾンを酸化剤として用いた場合は、酸化膜表面にはキズの発生がなく、スムーズな表面が得られ、従来の第2ステップは行う必要はない。さらに、高研磨速度のため、ウェハー1枚当たりにかかる処理時間の短縮が可能であるため、半導体製造におけるスルーフットを向上させることができる。

【0044】尚、実施例1と同様に、ここでは、粒子径50nmのアルミナ粒子を用いたが、他の粒子径、他の

粒子種でも同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0045】(実施例3)次に、本発明の実施例3の構成について図面を参照して詳細に説明する。

【0046】図5(a)に示すようなブランケットW膜18が形成されたウェハー25を図7に示す研磨装置のウェハーキャリア30に保持されたウェハー29、研磨パッド31上に研磨粒子溶液供給管36の途中にオゾンを供給することができるオゾン発生器33、さらに混合されたオゾンと研磨粒子溶液を研磨パッド31に供給するためのオゾン研磨粒子混合溶液供給管37を用いてW膜18を研磨する。この時、ロータリーポンプ34を用いて気体であるオゾンと液体である研磨粒子溶液の混合液を効率よく研磨パッド31上に供給する必要がある。

【0047】次に、本発明の実施例3の動作について図面を参照して詳細に説明する。

【0048】図5は、本発明に係る研磨方法による研磨工程を示しており、実施例1と同様に図5(a)の構造を持つウェハーを作製する。この図5(a)の構造を有するウェハーを図7に示す研磨装置を用いて研磨する。研磨時の研磨粒子はpH4.0、粒子径50nmのアルミナ粒子溶液、酸化剤は気体であるオゾンを用いる。ウェハーキャリア30に表面に金属膜を形成しているウェハー29を保持し、研磨粒子溶液供給管36から供給された研磨粒子溶液とオゾン発生器33から供給されたオゾンとを混合する。オゾン研磨粒子混合溶液供給管37から供給される混合溶液を研磨パッド31に滴下することにより研磨する。この時、気体であるオゾンと液体である研磨粒子溶液35とが混合後に効率良く研磨パッド31上に供給されるようにロータリーポンプ34を作動させる。そして、この時の研磨条件は、ウェハー29が保持されているウェハーキャリア30の回転数は35rpm、定盤32の回転数は50rpm、ウェハー29に加えられている荷重は5.0psi、研磨粒子溶液供給流量は100cc/min、オゾン供給濃度は120g/m³、研磨粒子溶液へオゾンを供給する圧力は1.5気圧である。この研磨によって図5(b)に示すようなWプラグ20が形成される。

【0049】以上の研磨条件を用いてウェハー25表面のW膜18を完全に除去すると、図5(b)に示すようなWプラグ20が得られる。この時の研磨速度は、実施例1と同様に図8に示す研磨速度である。このようにして、研磨速度を増加させ、金属不純物を含有しないCMP工程が確立する。また、図7の研磨装置を用いても、従来の第2ステップで解消していた酸化膜表面のキズは、オゾンを酸化剤として用いた場合は、酸化膜表面にはキズの発生がなく、スムーズな表面が得られ、従来の第2ステップは行う必要はない。さらに、高研磨速度のため、ウェハー1枚当たりにかかる処理時間の短縮が可能であるため、半導体製造におけるスルーフットを向上

させることができる。

【0050】尚、実施例1、2と同様に、ここでは、粒子径50nmのアルミナ粒子を用いたが、他の粒子径、他の粒子種でも、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 KOH 等の酸化剤を含有するスラリーを用いずにW-CMPを行い、金属汚染を防止することができ、しかも、オゾンを用いることにより、従来 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 等の酸化剤で達成できていた高研磨速度の維持も可能である。

【0052】さらに、オゾンを用いているため、従来の酸化剤のようにW膜の酸化剤による侵食が起きず、プラグ表面に凹状が発生せず、従来のように酸化膜スラリーによる第2ステップCMPが不要となる。また、酸化剤に金属を含有していないため、従来の第1ステップの際にウェハー表面に付着していた金属汚染物を除去する必要がなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1に係る研磨装置を示す構成図である。

【図2】本発明の実施形態1に係る研磨装置の定盤と研磨パッドを拡大した詳細図である。

【図3】本発明の実施形態1の研磨パッドを示す正面図である。

【図4】研磨パッドの表面での研磨領域を説明するための研磨パッドを示す正面図である。

【図5】本発明の実施形態に係る研磨方法を示す工程順に示す断面図である。

【図6】本発明の実施形態2に係る研磨装置を示す構成図である。

【図7】本発明の実施形態3に係る研磨装置を示す構成

図である。

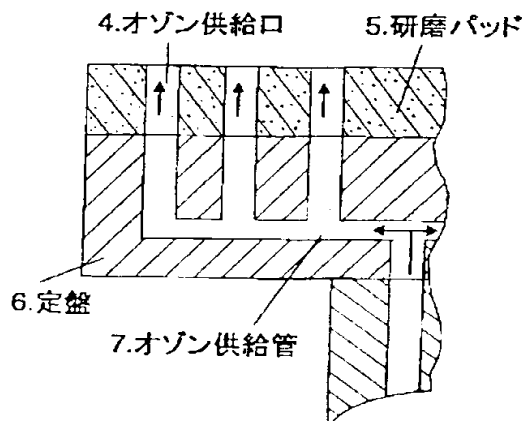
【図8】本発明の実施形態の効果を示す図である。

【図9】従来技術の研磨方法を示す図である。

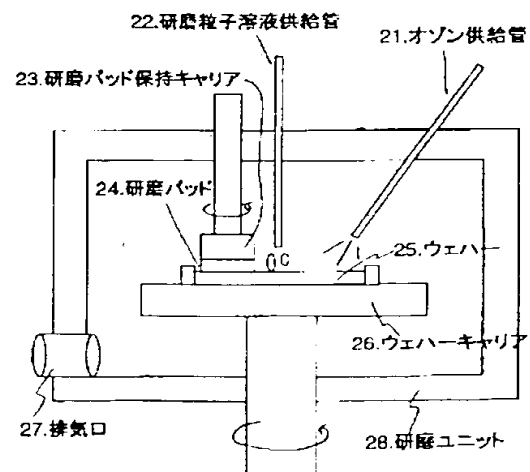
【符号の説明】

- 1, 25, 29 ウェハー（半導体基板）
- 2, 26, 30 ウェハーキャリア
- 3, 22, 36 研磨粒子溶液供給管
- 4 オゾン供給口
- 5, 24, 31 研磨パッド
- 6, 32 定盤
- 7, 21 オゾン供給管
- 8 圧力調整器
- 9, 33 オゾン発生器
- 10 研磨領域
- 12, 38 Si基板
- 13 BPSG膜
- 14 PE-TEOS膜
- 15 Ti膜
- 16 TiN膜
- 17 AlCu膜
- 18, 40 ブランケットW膜
- 19 スルーホール部
- 20 Wプラグ
- 23 研磨パッド保持キャリア
- 27 排気口
- 28 研磨ユニット
- 34 ロータリーポンプ
- 35 研磨粒子溶液
- 37 オゾン研磨粒子混合溶液供給管
- 39 配線下絶縁膜
- 41 コンタクトホール
- 42 W膜凹状プラグ
- 43 W膜凸状プラグ

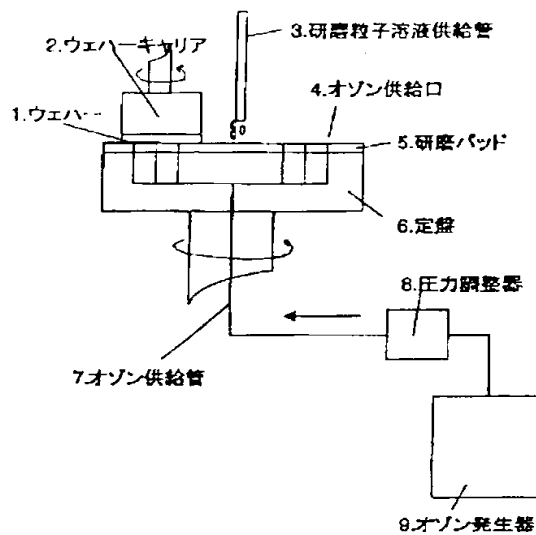
【図2】



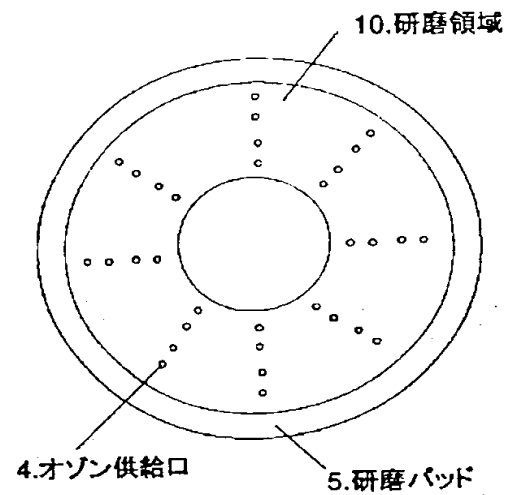
【図6】



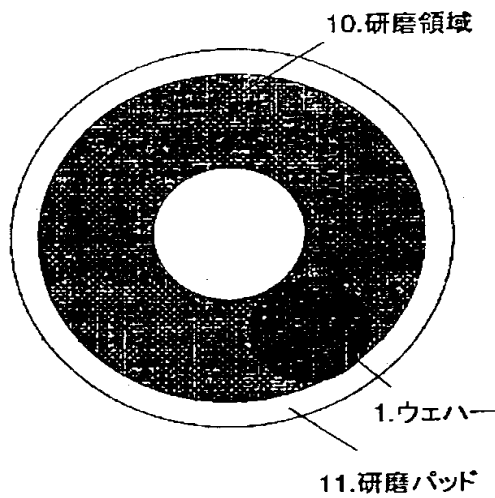
【図1】



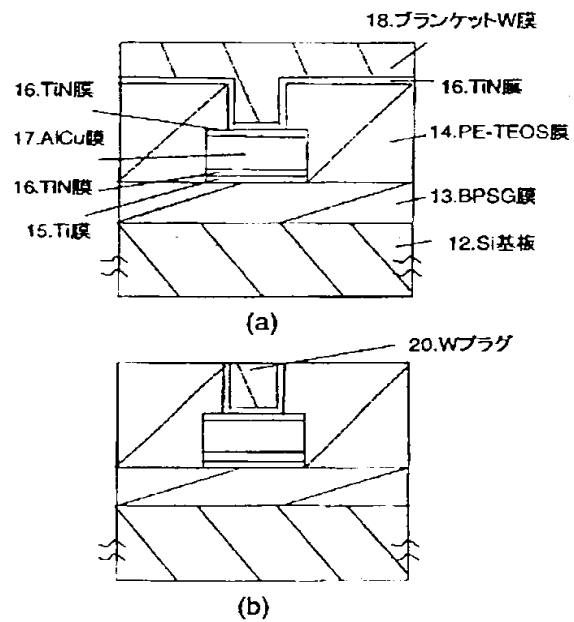
【図3】



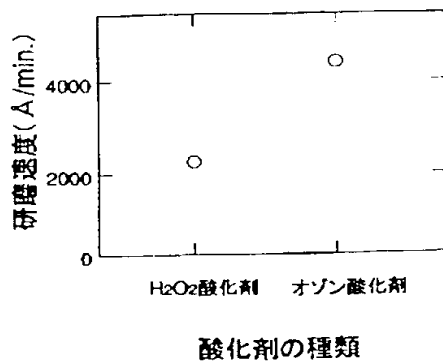
【図4】



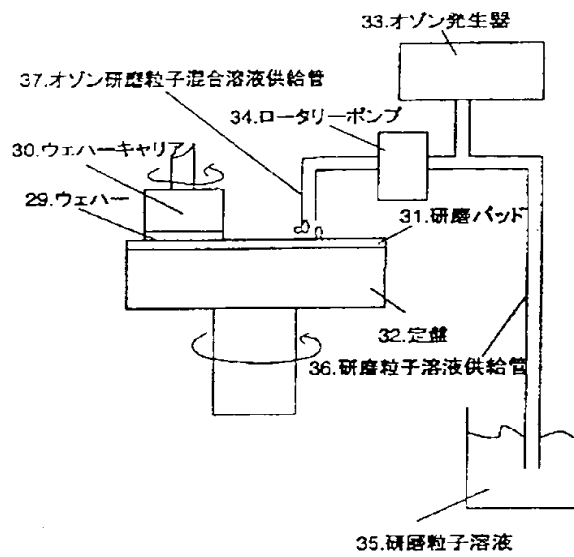
【図5】



【図8】



【図7】



【図9】

